



## Grado en Ingeniería Eléctrica, Doble Grado en Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Energética

### DATOS DE LA ASIGNATURA

**Nombre:**

Explotación y Control de Sistemas Eléctricos de Potencia

**Denominación en inglés:**

Operation and Control of Electrical Power Systems

**Código:**

606310220, 609417220

**Carácter:**

Obligatorio

**Horas:**

	Totales	Presenciales	No presenciales
<b>Trabajo estimado:</b>	150	60	90

**Créditos:**

Grupos grandes	Grupos reducidos			
	Aula estándar	Laboratorio	Prácticas de campo	Aula de informática
4.5	0	0	0	1.5

**Departamentos:**

Ingeniería Eléctrica y Térmica, de Diseño y Proyectos

**Áreas de Conocimiento:**

Ingeniería Eléctrica

**Curso:**

4º - Cuarto

**Cuatrimestre:**

Primer cuatrimestre

### DATOS DE LOS PROFESORES

**Nombre:****E-Mail:****Teléfono:****Despacho:**

*Salmerón Revuelta, Patricio	patricio@uhu.es	959217577	ETP331
Bermúdez Guzmán, Mario	mario.bermudez@die.uhu.es	959217470	ETP 332

\*Profesor coordinador de la asignatura

Consultar los horarios de la asignatura

## 1. Descripción de contenidos

### 1.1. Breve descripción (en castellano):

- Flujo óptimo de cargas
- Control y operación del sistema eléctrico de potencia
- Estabilidad de los sistemas de potencia

### 1.2. Breve descripción (en inglés):

- Optimal Power Flow
- Control and Operation of Electrical Power System
- Stability of Power Systems.

## 2. Situación de la asignatura

### 2.1. Contexto dentro de la titulación:

Asignatura de 4º curso y carácter obligatorio. El alumno cuenta ya con conocimientos en materias de formación básica y específica de la titulación. Se trata, pues, de una asignatura de especialización en ingeniería eléctrica, y en concreto en la explotación, control y operación de los sistemas eléctricos de potencia. Además de los conocimientos pertinentes en la materia, en esta asignatura se fomentan competencias transversales y específicas esenciales para el ingeniero eléctrico.

### 2.2. Recomendaciones:

Sería recomendable para el mejor seguimiento de la asignatura que el alumno haya superado las materias de formación básica, así como las asignaturas de Teoría de Circuitos, Máquinas Eléctricas y Sistemas Eléctricos de Potencia.

## 3. Objetivos (Expresados como resultados del aprendizaje):

- 1.- Plantear los problemas asociados al análisis, control y explotación de los grandes sistemas de energía eléctrica interconectados.
- 2.- Establecer los fundamentos y la metodología de resolución del problema del flujo de cargas.
- 3.- Analizar las cuestiones relacionadas con contingencias en redes.
- 4.- Evaluar la programación óptima de generación en un sistema eléctrico.
- 5.- Establecer las condiciones para garantizar la estabilidad de ángulo en un sistema eléctrico de potencia.
- 6.- Conocer el sistema de control moderno de tensiones y de frecuencia.

## 4. Competencias a adquirir por los estudiantes

### 4.1. Competencias específicas:

- **E06:** Conocimiento sobre sistemas eléctricos de potencia y sus aplicaciones

### 4.2. Competencias básicas, generales o transversales:

- **CB2:** Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de, su área de estudio
- **CB3:** Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética
- **CB5:** Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía
- **G03:** Capacidad de organización y planificación
- **G04:** Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica
- **G06:** Actitud de motivación por la calidad y mejora continua
- **CT2:** Desarrollo de una actitud crítica en relación con la capacidad de análisis y síntesis.
- **CT3:** Desarrollo de una actitud de indagación que permita la revisión y avance permanente del conocimiento.
- **CT4:** Capacidad de utilizar las Competencias Informáticas e Informacionales (CI2) en la práctica profesional.

## 5. Actividades Formativas y Metodologías Docentes

### 5.1. Actividades formativas:

- Sesiones de Teoría sobre los contenidos del Programa.
- Sesiones de Resolución de Problemas.
- Sesiones Prácticas en Laboratorios Especializados o en Aulas de Informática.
- Actividades Académicamente Dirigidas por el Profesorado: seminarios, conferencias, desarrollo de trabajos, debates, tutorías colectivas, actividades de evaluación y autoevaluación.

### 5.2. Metodologías docentes:

- Clase Magistral Participativa.
- Desarrollo de Prácticas en Laboratorios Especializados o Aulas de Informática en grupos reducidos.
- Resolución de Problemas y Ejercicios Prácticos.
- Tutorías Individuales o Colectivas. Interacción directa profesorado-estudiantes.
- Evaluaciones y Exámenes.

### 5.3. Desarrollo y justificación:

El desarrollo completo del curso se realizará según los siguientes puntos:

- Exposición del contenido teórico de cada uno de los temas.
- Propuesta y realización de cuestiones relativas a los contenidos expuestos.
- Prácticas de simulación por ordenador.
- Discusión sobre actividades prácticas.

El curso combinará la parte de fundamentos teóricos y la parte práctica de simulación en paralelo según una distribución temporal lógica. En las clases de teoría/problemas se presentarán los conceptos teóricos, los métodos de resolución de problemas y las técnicas de simulación por ordenador. También será el lugar donde el alumno plantee las dudas que surjan, proponga soluciones alternativas, y discuta las actividades académicas. En las sesiones prácticas, el alumno se adiestrará en la simulación de sistemas de energía eléctrica, y recibirá el asesoramiento del profesor para la realización de las memorias de prácticas realizadas por el alumno.

## 6. Temario desarrollado:

Contenidos para grupos grandes:

### TEMA 1. ANÁLISIS DE SISTEMAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

1. Introducción.
2. El problema del flujo de potencias.
3. Pérdidas y flujos de potencia en las líneas.
4. Solución del flujo de cargas por Gauss-Seidel.
5. Solución del flujo de cargas por Newton-Raphson.
6. Método desacoplado rápido.

### TEMA 2. OPERACIÓN DEL SISTEMA DE POTENCIA

1. Introducción.
2. Formulación general del flujo óptimo de cargas.
3. Despacho económico.
4. Despacho económico con pérdidas en el transporte.
5. Estimación de estado.

### TEMA 3. ESTABILIDAD

1. Introducción.
2. Ecuación de oscilación.
3. La máquina síncrona en estudios de estabilidad.
4. Estabilidad de pequeña perturbación.
5. Criterio de igualdad de áreas.
6. Análisis de sistemas multimáquina.

### TEMA 4. CONTROL DEL SISTEMA

1. Introducción.
2. Potencia reactiva y control de tensiones.
3. Control primario de frecuencia.
4. Control automático de generación.
5. El caso español.

Contenidos para grupos reducidos:

- Actividad 1. Flujo de cargas.  
Actividad 2. Análisis de contingencias.  
Actividad 3. Explotación y planificación de un sistema de energía eléctrica.  
Actividad 4. Despacho óptimo de generación.  
Actividad 5. Estabilidad transitoria en sistemas multimáquina.  
Actividad 6. Control automático de generación.  
Actividad 7. Procedimientos de operación del sistema.

## 7. Bibliografía

### 7.1. Bibliografía básica:

- J. D. Glover, M. S. Sarma, SISTEMAS DE POTENCIA. Thomson, 2004.  
F. Barrero, SISTEMAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA, Thomson, 2004.  
J. J. Grainger, W. D. Stevenson, ANÁLISIS DE SISTEMAS DE POTENCIA, Mcgraw-Hill, 1996.  
J. Coto Aladros, ANÁLISIS DE SISTEMAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA, Servicio de publicaciones de la Universidad de Oviedo, 2002.  
I. J. Ramírez y otros, PROBLEMAS RESUELTOS DE SISTEMAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA, Thomson, 2007.  
A. Gómez Expósito y otros, SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA. PROBLEMAS Y EJERCICIOS RESUELTOS, Prentice Hall 2002.  
M<sup>a</sup> I. Zamora y otros, SIMULACIÓN DE SISTEMAS ELÉCTRICOS, Pearson-Prentice Hall, 2005.

### 7.2. Bibliografía complementaria:

- T. K. Nagsarkar, M. S. Sukhija, POWER SYSTEM ANALYSIS, Oxford University Press, 2014.  
A. J. Wood, B. F. Wollenberg, G. B. Sheblé, POWER GENERATION, OPERATION, AND CONTROL, IEEE Wiley, 2014.  
J. D. Glover, M. S. Sarma, T. J. Overbye, POWER SYSTEM: ANALYSIS AND DESIGN, Cengage Learning, 2012.  
S. H. Saadat, POWER SYSTEM ANALYSIS, PSA Publishing, 2011.  
G. Kusic, COMPUTER-AIDED POWER SYSTEMS ANALYSIS, CRC Press, 2008.  
A. Gómez Expósito (editor), ANÁLISIS Y OPERACIÓN DE SISTEMAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA, McGraw-Hill, 2002.  
A. R. Bergen, V. Vittal, POWER SYSTEM ANALYSIS, Prentice Hall, 2000.

## 8. Sistemas y criterios de evaluación.

### 8.1. Sistemas de evaluación:

- Examen de teoría/problemas
- Defensa de Prácticas
- Seguimiento Individual del Estudiante
- Examen de prácticas

## 8.2. Criterios de evaluación y calificación:

### Convocatoria ordinaria I:

La evaluación de la asignatura será un proceso de evaluación continua a través de las siguientes actividades: realización de prácticas en grupos reducidos (10%), examen de prácticas (10%), cuestionario de respuestas múltiples (10%), y superación de un examen teórico-práctico (70%).

Las sesiones en grupos reducidos estarán especialmente dedicadas a potenciar la realización de actividades prácticas. Ahí se fomentará la participación en clase del alumno a través de las distintas prácticas propuestas. A partir de este tipo de actividades se evaluarán las capacidades E06, CB2, CB3, CB5, G03, G04, G06, CT2, CT3, CT4, según el siguiente peso: defensa de prácticas (asistencia, realización, y entrega de memoria) 10%. Por otro lado, el examen de prácticas consistirá en la realización autónoma de la simulación de un sistema eléctrico de potencia indicado por el profesor, y la confección de la correspondiente memoria. El alumno dispondrá de un tiempo máximo de 2 horas. Para ser evaluado es obligatorio una asistencia de al menos el 80% de las sesiones de prácticas. Además, se llevará a cabo un seguimiento individualizado del aprendizaje del alumno a través de la realización de una serie de cuestionarios a lo largo del cuatrimestre. El procedimiento requerirá responder a distintas preguntas teórico-prácticas sobre el contenido de la asignatura, (10%); ésto permitirá evaluar las competencias E06, CB2, CB3, CB5, G03, G04, G06, CT2, CT3, CT4.

El examen final escrito evaluará las competencias E06, CB2, CB3, CB5, G03, G04, G06, CT2, CT3, CT4, con un peso en la evaluación total de la asignatura del 70%. El examen constará de problemas relativos a los contenidos impartidos en las clases de aula (teoría y problemas). La prueba consistirá en la realización de tres bloques teórico-prácticos formados por distintos apartados correspondientes a los distintos temas de la asignatura. Se entregará a cada alumno su examen donde aparecerá la puntuación correspondiente de cada bloque. Para la realización del mismo, el alumno podrá disponer de calculadora; la duración máxima será de tres horas. Será necesario alcanzar al menos un 30% del peso total de este examen teórico-práctico para superar la asignatura.

Los alumnos que tengan una calificación de 10 sobresaliente podrán optar a Matrícula de Honor mediante una prueba única final específica.

Aquellos alumnos que soliciten evaluación única final realizarán un examen escrito sobre los contenidos teóricos-prácticos según la misma estructura que en la convocatoria ordinaria I con un peso del 100% sobre la calificación final.

### Convocatoria ordinaria II, III, y convocatoria extraordinaria:

Evaluación única final sobre los contenidos teóricos-prácticos según la misma estructura que en la convocatoria ordinaria I con un peso del 100% sobre la calificación final. Aquellos alumnos que acrediten tener superadas las prácticas podrán conservar la nota obtenida en las mismas; en ese caso el examen tendrá un peso del 80%.

**9. Organización docente semanal orientativa:**

	Semanas	Grupos Grandes	Grupos Reducidos Aula Estándar	Grupos Reducidos Aula de Informática	Grupos Reducidos Laboratorio	Grupos Reducidos prácticas de campo	Pruebas y/o actividades evaluables	Contenido desarrollado
#1	3	0	0	0	0		Tema 1	
#2	3	0	0	0	0		Tema 1	
#3	3	0	2	0	0	Actividad 1	Tema 1	
#4	3	0	0	0	0		Tema 1	
#5	3	0	2	0	0	Actividad 2	Tema 2	
#6	3	0	0	0	0	Cuestionario	Tema 2	
#7	3	0	2	0	0	Actividad 3	Tema 2	
#8	3	0	0	0	0		Tema 2	
#9	3	0	2	0	0	Actividad 4	Tema 3	
#10	3	0	2	0	0	Actividad 5	Tema 3	
#11	3	0	0	0	0		Tema 3	
#12	3	0	2	0	0	Actividad 6	Tema 3	
#13	3	0	0	0	0	Cuestionario	Tema 4	
#14	3	0	3	0	0	Actividad 7	Tema 4	
#15	3	0	0	0	0	Examen de prácticas	Tema 4	
	45	0	15	0	0			